



الاكتشافات الكبيرة

سلسلة من كل علم خبير

(٢١)

العالم يُبدل معالم وجهه

• سلسلة البرد

• أديسن والمصباح الكهربائي

• من الفونوغراف الحاكي إلى الأليكتروفون

منشورات مكتبة سكيتر

شارع عشور - بيروت

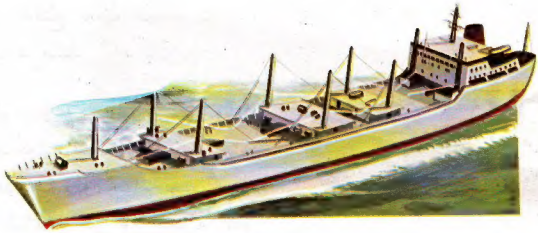
تلفون ٢٢٦٠٨٥ - ٢٢٨١٨١

Les Grandes Inventions

F. Lot

Librairie Hachette





سفينة شحن مبرّدة ضخمة ، من بناء «أحواض الأطلسي» .

تلك هي نماذج من أهم وسائل النقل المبرّد الحديثة ، التي تعمل في العالم ، على طرق الجوّ والبرّ والبحرّ ، في سلسلة عالميّة متماسكة الحلقات ، نفيد منها كلّنا ، وقد اختتمها ، منذ ما يقارب القرن ، مخترع عنيد هو «شارل تيليه» .

سلسلة البَرْد

الفرنسيّ «شارل تيليه» (١٨٢٨ - ١٩١٣) ، هو أوّل من فكّر باستعمال البرودة الجافّة ، البالغة درجة الصفر المئويّة ، استعمالاً منطقيّاً علميّاً ، بغية المحافظة على الموادّ

عُرِفَت فضائل التبريد والتجميد الطبيعيّين منذ أقدم العصور؛ ولجئنا إلى التبريد والتجميد أحياناً ، للمحافظة على بعض المنتجات السريعة التلف . ولكنّ المهندس

الغذائية؛ فافتتح بذلك صناعة التبريد،
التي كُتِب لها مستقبلٌ زاهرٌ كبير.

إهتمَّ «تيليه» أوَّل الأمر، ونزولاً
عند إرشادات المحافظ «هوسمن»، بدراسة
البرودة الصناعية، واستعمالها لصنع الجليد
الصالح للمائدة. ثمَّ قام بتجربة النقل
الأولى، على متن السفينة^٢ الإنكليزية «سبي
أف ريو دي جنيرو»، حيث شحن قطعاً
من اللحم، في غرفة كانت تبرِّدها آلة
تعتمدُ روحَ النشادر، وكان قد وضع
تصميمها بنفسه. حافظ اللحم المشحون
على جودته، سحابة ٢٣ يوماً من السفر
في البحر؛ إلاَّ أنَّ حادثاً ميكانيكياً قطع

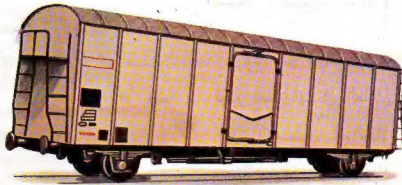
سفينة صيد مبرِّدة.

جبل الاختيار، ففسد اللحم وألقي في
البحر. جرَّ ذلك على «تيليه» كارثة
مالية فادحة؛ إذ لاحقه الدائنون، فقلَّ
أمام القضاء، وحُكِم عليه بالسجن،
وحبس ثمانية أشهر، في «سانت - بيلاجي»

ولكنَّ صاحبَ الاختراع لم يعتبر
نفسه فاشلاً مهزوماً؛ فقد اشترى في
«غلاسكو»، عام ١٨٧٦، وبفضل
المساعدات التي تمكَّن من جمعها، سفينة
شحن ذات مروحة، وسماها «البراد»
(LE FRIGORIFIQUE). فغلف جسم
السفينة بغلاف عازل، وركَّب فيها جهازين
مبرِّدين، وقرَّر أن ينقلَ فيها اللحوم الطازجة
إلى أميركا الجنوبية، وأن يعودَ بغيرها إلى
فرنسا.



مقطورة مبرِّدة ضخمة، تظفُّرها شاحنة من شاحنات
طرق البر.



عربة مبرّدة من عربات القطارات الحديدية .

بقي على « تيليه » أن يواجه الاختبار المعاكس . فملاً مخزن سفينته لحماً ، وعاد فقطع المحيط الأطلسي ؛ فتوقّف في « دكار » ثم عاد الى المرفأ الذي كان قد أبحر منه . أمّا الحمولة ، فبقيت نظيفة سليمة ؛ لم يفسد منها إلا قطعتان ، وذلك بسبب إهمال المسؤول . وهكذا نجحت التجربة نجاحاً كاملاً !

بعد سنة ، أُعيدت التجربة على سفينة أخرى ، فكلّلت بنجاح أسطع وأحسم ، سيّما وأنّ الرحلة قد استغرقت ما لا يقلّ عن ثمانية أشهر .

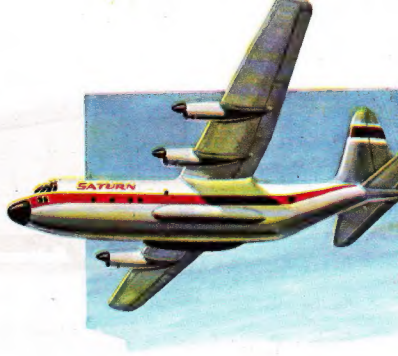
كان « تيليه » قد اصطدم أول الأمر باللامبالاة أو بالشك ؛ أمّا الآن ، فقد

غادرت السفينة « البراد » ، مدينة « روان » ، في ٢٠ أيلول ، وعلى متنها عشرة ثيران مقطّعة ، واثنا عشر خروفاً مسلوخاً ، وعجلان ، وخنزير ، وخمسون طيراً . كانت هذه الحمولة مخزونة في غرف مبرّدة ، درجة البرودة فيها تراوح بين الصفر وثلاث درجات تحت الصفر . كانت هذه السفرة ستطول أكثر من السفرة السابقة ؛ فزاد في طولها توقّف دام عدّة أسابيع في « لشبونة » ، وقد دعت اليه ضرورة تصليح عطل طراً على الموقد . فلم تبلغ السفينة « بونس أيرس » إلا بعد ثلاثة أشهر ، ولكنّ اللحم التي أنزلتها في المرفأ ، كانت لا تزال على أحسن حال .

سمعة «السفينة البرّاد» .

إلّا أنّ ذلك لم يمنع الفكرة من أن تسير مسيرتها في العالم . فنذ سنة ١٩١٠ ، كان الاسطول البريطاني يملك ثلاث مئة سفينة مبرّدة . وقبل ذلك بستين ، وبمناسبة انعقاد مؤتمر البرودة الأوّل ، في باريس ، وفي جامعة السربون بالذات ، كان شارل تيليه البالغ من العمر ثمانين سنة ، قد كرمّ ونوذيّ به «أبا التبريد» ...

أمّا اليوم ، فقد انضمّ الى السفن المبرّدة التي لا يُحصيها عدد ، عرباتُ السكك الحديدية ، والشاحناتُ وحتى الطائراتُ المبرّدة ؛ وكلُّ منها حلقة من حلقات «سلسلة البرودة» الضخمة ، التي تُفيد منها كلُّ يوم .



طائرة الشحن «هرقل» ، التي تنقل الصناديق المبرّدة .

باتّ عليه أن يواجه قلقَ مرّيّ الماشية ومعارضتهم ؛ فقد كانوا يتساءلون عن مصير ماشيتهم ، بعدما صار بإمكان الاميركتين والبلاد الأخرى كلّها ، أن تُموّن فرنسا باللحم . ولذا ، حاولوا أن يشوّهوا

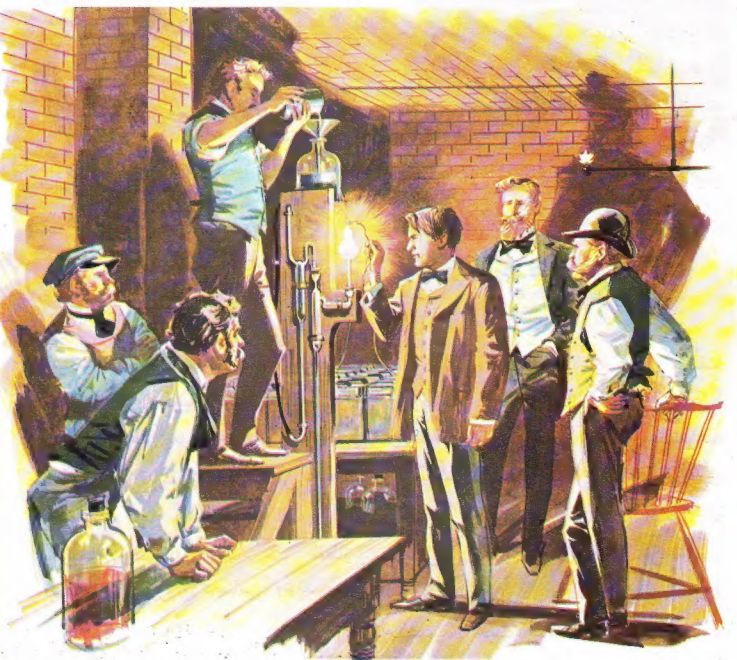
الأئلة

- ١- من هو أوّل من فكّر بصناعة التبريد؟
- ٢- ماذا صنع «تيليه» بالبرودة أوّلاً؟
- ٣- بأيّ مادة كان يستعين لتوليد البرودة؟
- ٤- لماذا فسد اللحم المنقول في سفينة «ستي أف ريو دي جنيرو»؟
- ٥- ماذا جرّ عليه فشله هذا؟
- ٦- هل نجحت محاولته الثانية؟ صفها .
- ٧- لماذا حاربه مرّبو الماشية في فرنسا؟
- ٨- أيّة وسائل يعتمد النقل المبرّد ، اليوم؟

التضير

- ١- التجمّد : تحوّل الجسم السائل (الماء) أو الطريء (اللحم) الى جامد ، بفعل البرودة .
- ٢- السريع التلّف : السريع الفساد .
- ٣- متن السفينة : ظهر السفينة .
- ٤- كارثة فادحة : خسارة عظيمة .
- ٥- غلاف عازل : غلاف يمنع انتقال الحرارة .
- ٦- نجاح حاسم : نهائيّ ؛ أحسم : أكمل .
- ٧- شوّة الشيء : بشّعه .

أديسون والمصباح الكهربائي



بعد عدّة لا يُحصى من التجارب التي قام بها على موادّ مختلفة غاية الاختلاف، تمكّن أديسون، في ٢١ تشرين الأول، من إنارة المصباح المتوهّج الأوّل، ذي الخيط القطني.

وطرد الولد ، وصفه صفةً بلغت من العُنف حدًا أفقده السَّمع طوال حياته ... عاد « أديسون » الى البيت الأبويّ حيثُ تابع إصدارَ صحيفته . فاستحالت نشرةً لاذعة النبرة كان يُصدرها تحت اسم « بول براي » . إلا أن بعضَ الفصائح التي نُشرت فيها ، أثارت عليه حفيظة^١ أحدِ الغاضبين ، فرماه في النهر . كان ذلك كافياً لحمله على تطليق الصحافة ... وكان هذا الطلاق من حظّ التقنيّة !

زاوّل « أديسون » عملَ موظّف البرقيّات ؛ فأثارت مسائلُ الإتّصال السلكيّ اهتمامه الى أقصى حدّ ، فاخترع التلغراف « دُبلِكْس » . وما لبثَ أن اغتنى ، فعين مُهندساً في عدد من الشركات الهامّة . ثمّ أسّس في مدينة « أورانج » ، من أعمال « نيو جيرسي » ، مصنعَ « مينلو بارك » الشهير ، حيث ستلاحق اختراعاته ، فيُسجّل ما يُقارب ألفاً وخمسة مئة براءة^٢ مختلفة تتصل ، بخاصّة ، بأجهزة التلغراف والحاكي (الفونوغراف) ، والمصباح

يُعتبر « توماس أديسون » (١٨٤٧ - ١٩٣١) نموذجَ المخترع العبقريّ الأمثل ، ونموذجَ الرجل العصاميّ الأميركيّ . هو ابنُ رجلٍ هولنديّ الأصل ، كان يتاجر بالسلع المستعملة . أمّا ثقافته الأولى ، فكانت تقف عند بعض مبادئ الأدب والحساب التي أخذها عن أمّه ، التي كانت قد تعاطت^٣ مهنة التعليم .

في الثانية عشرة من عمره ، عمل بائعاً للصحف في القطارات ؛ ولقد أفاد من القسم الذي وُضِع تحت تصرّفه في العرّبة ، لتعاطي تجارة الثمار والخضار ، ممّا وفرّ له إمكانيّة شراء الكتب . فراح يهتمها واحداً بعد واحد . ثمّ إنّه حصل على مطبعة قديمة زهيدة الثمن ، فأنشأ صحيفةً دعاها « ويكلي هيرالد » ، كان يحزرها^٤ ويطبّعها في أثناء سفر القطار ، فيتلقّها^٥ المسافرون بحماس وشغف .

وما لبثت عربته أن صارت مختبراً للكيمياء . إلا أن اختباراً فاشلاً مشؤوماً سبّب احتراقها ؛ فغضب رئيس القطار ،

متوهجة ، فأسف لفحمتيها اللتين كانتا
تذوبان بسرعة. إعتقد أنه يستطيع منع
التيار من استنفاد قوته ، في مثل قوس
النار هذه ، بتجزئته وإرساله الى مجموعة
من المصابيح المفرغة من الهواء ، حيث
يستطيع أن يحمي جسماً ملائماً ، فيجعله
مُتيراً بالتوهج . بقي عليه ، انطلاقاً من هنا ،
أن يجد ذاك الجسم .



ساحة الأوبرا في باريس ، وقد أنارتها الكهرباء سنة ١٨٨٠ .
بفضل هذا النور الجديد ، سيتغير في العالم وجه المدن الليلي ،
كما ستتغير شروط الحياة .

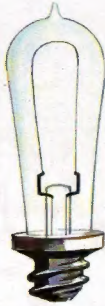
استبعد أديسون البلاتين ، نظراً لغلائه ،
وعمد الى كربنة كل ما كان يقع تحت
يده وتجربته ، وذهب به الأمر حتى
الى تجربة شعرات من لحية أحد مساعديه ...
أخيراً ظهر له أن الألياف الخيزران كانت
تمد في حياة المصباح مدداً ملحوظاً ،
فيشع سحابة ٤٠ ساعة متواصلة .

في ٤ أيلول ١٨٨٢ ، ركب أول
خط فرعي لتوزيع الكهرباء في «نيويورك» ،
فكان من حظ أحياء «وول ستريت»
و«إيست رايفر» ، التي أنارتها مصابيح
ساحر «مينلو بارك» ، ذات الاسلاك

المتوهج ... هل تعلم مثلاً ، أننا ندين له
بفضل اختراع الورق المشمع الذي تُلَفُّ
به المأكولات والمعلوكات ؟ بالإضافة الى
ذلك سيكتشف العالم الفيزيائي «النتيجة
أديسون» ، وقوامها أن المعادن المتوهجة
تطلق الالكترونات ؛ وسيكون هذا الاكتشاف
أساساً «لمصباح ديود» ...

أما المصباح الكهربائي ، فقد كان
«أديسون» يحلم به ، منذ ما رأى عند أحد
مُعَدني «كونكيكوت» ، قوساً فلبطية رائعة

الفحمة .



أحد مصابيح ساحر «مينلو بارك» الأولى .

وسرعان ما انتشر المصباح الكهربائي المتوهج في العالم بأسره ! وسرعان ما تطور وتحسن ، باستعمال خيوط «التنجستين» ، وباللجوء الى جو من الغازات الخاملة : كالأزوت ، ومزيج الأرغون والأزوت ، أو الكربتون .

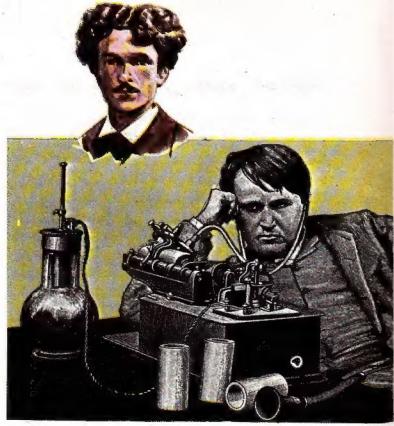
الأسئلة

- ١- لماذا يُعَبَّر أديسون رجلاً عصامياً .
- ٢- ماذا عرفت عن والذي أديسون ؟
- ٣- ماذا عيل أديسون في صباه الأول ؟
- ٤- كيف تنوعت أعماله ؟
- ٥- كيف فقد سمعه ؟
- ٦- كيف طلق الصحافة ؟
- ٧- أي رقم بلغ عدد اختراعاته ؟
- ٨- كيف خطرت له فكرة المصباح المتوهج .
- ٩- كيف حقق المصباح ؟ ومتى ؟
- ١٠- كيف طور المصباح الكهربائي ، وتنوع ؟

التفسير

- ١- النموذج الأمثل : المثال الأفضل .
- ٢- الرجل العصامي : الذي يبني نفسه بنفسه .
- ٣- تعاظم مهنة : زاول عملاً .
- ٤- إلتهم : أكل بجمع ، قرأ بسرعة .
- ٥- زهيدة الثمن : قليلة الثمن .
- ٦- يُحرر الصحيفة : يكتبها .
- ٧- تلقف الشيء : تناوله بخفة .
- ٨- أثار حفيظته : أثار غضبه .
- ٩- براءة : شهادة بسجيل اختراع .
- ١٠- استنفد الشيء : استهلكه .

من الفونوغراف المحاكى الى الالكتروفون



تلقُّفُ الكلام الحَيِّ والموسيقى ، وحفظُهما
واحياءُهما عند الطلب : حلمٌ راودُ الانسانَ
منذ القِدَمِ... لقد حلمَ المخترعُ الخياليُّ
« سيرانودي برجراك » ، في القرن السابع
عشرٌ ، بصفحات تمرَّ عليها ابرةٌ ساحرة
فتُعيد ما ارتسم عليها من أصوات . لم
تكن تلك اِلاَّ فكرةً أُطلقت في الهواء ،
إلاَّ أنها سارت مسيرتها ، فتمكَّنَ الفيزيائيُّ
الانكليزي « توماس يانغ » ، عام ١٨٠٧
من تسجيل الاهتزازات الصوتية على وجه
اسطوانة دائرية طُلِّيت بالسُّخام ، وذلك
بواسطة ابرةٍ مُشبَّة على جسم يهتز تحت
تأثير الصوت ، فيحملها على خَدش الاسطوانة
الدائرة . سنة ١٨٥٧ ، جعل عاملُ الطباعة
« سكوت دي مرتنيل » اِبرةً مرتبطة



١. « شارل كروس » الشاعر ، والمستشرق ، وعالم الفيزياء والكيمياء .
٢. إديسن وفونوغرافه العامل على البطارية والزود بسعائين .
٣. أحد الأجهزة الأولى التي بناها اديسن .
٤. فونوغراف ذو اسطوانات انبوية الشكل .

دون ان يتمكن من إعادة إخراجها .

اعتقد الشاعر « شارل كروس »
(١٨٤٢ - ١٨٨٨) ان هذا الجهاز صالح
للقيام بعمل معاكس ، وأوحت اليه عبقريته ،
عام ١٨٧٧ ، بمبدأ إعادة الأصوات إلى
الاسماع : لو جعلنا الإبرة تمر من جديد
في الانثلام^٣ التي حفرتها ، لأعاد الغشاء
المرتبط بها ، بأمانة ، الصوت والموسيقى
المسجلين . وأطلق « كروس » على جهازه
اسماً شعرياً فدعاه « باليوفون » (« صوت
الماضي ») ، ولكن أحد اصدقائه ، الأب
« لينوار » اقترح عليه اسم « فونوغراف » ،
وهو الاسم الذي سيبقى في النهاية . وصف
« كروس » الباليوفون وصفاً دقيقاً في رسالة
مختومة أودعها أكاديمية العلوم ، وتم
الاطلاع عليها في نهاية السنة عينها ؛ ولكن
احداً لم يُعبر الاختراع اهتماماً ، وكان
شارل كروس نفسه عاجزاً عن بناء الجهاز
الذي وضع تصميمه ، وذلك لضيق ذات
يده .

أما الأميركي « إديسن » ، فقد كان أوفر
حظاً ، فبنى الفونوغراف الأول سنة ١٨٧٨ .
إلا أن عملية التسجيل كانت تفرض على



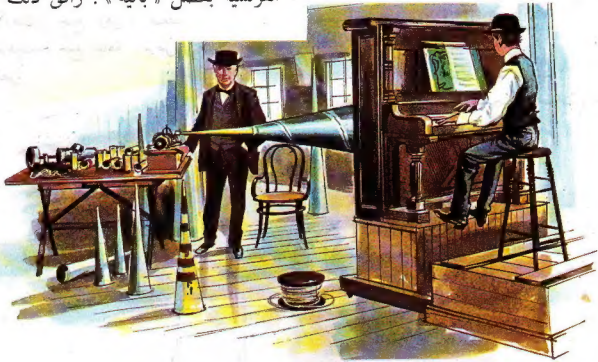
« فونوغراف ياتيه » ذو الاسطوانة المسطحة . والصيوان
الضخم المكبر للصوت (١٩١٠) . الى جانب الجهاز ،
العلبة الصغيرة التي تحوي الإبر الفولاذية التي كان ينبغي
تغييرها بعد كل سماع . صحيح ان حنة كانت تشوب
الصوت المنبعث من الجهاز ، ولكن ألم يكن الجهاز عجيماً ؟ !

بعشاء رقيق وتمكّن ، منذ ذلك الحين ،
بواسطة جهازه الذي أطلق عليه اسم
فونوتوغراف (الصوت الذاتي التسجيل) ،
من تسجيل الكلام والغناء والموسيقى ،

المتكلم أن يتكلم بقوة جعلت اعضاء
اكاديمية العلوم الاجلاء ، الذين عُرض
عليهم الفونوغراف في ١١ آذار ١٨٧٩ ،
يعتقدون أنهم موضوعُ خُدعة ، بعدما
بُحِت حناجرهم بالصراخ امام بوق التسجيل ،
وبقي بوق إنتاج الصوت صامتاً . ولكن
الجهاز عمل في النهاية ، فما كان من
احدهم الا ان هتف قائلاً : « إنها لعبة
التكلم من البطن ! »

« يمكن اعتبار « اديسن » مرادفاً لفن
استغلال الاوهان والعاهاث . والواقع ان

« اديسون » ، لما أصيب بالصرم في سن
مبكرة ، عمل دون انقطاع على تطوير
معارفه السمعية ، رغبة في تطوير اختراعه .
فما حان موعد معرض ١٨٨٩ ، حتى كان
الفونوغراف الذي طوره وزوده بمحرك
كهربائي ، ومنظم ذي كُلال يؤمن له حركة
منتظمة ، موضوع احتفاء الجميع . وما
لبث ان انطلق الفونوغراف في حقلي
الصناعة والتجارة فخص احد المتاجر
الباريسية الكبرى الآلة الناطقة بجناح كامل ،
وراح المغنون والممثلون يسجلون الاسطوانات .
وتعتبر سنة ١٩٠٠ مُطلقاً لصناعة الفونوغراف
الفرنسية بفضل « باتيه » . رافق ذلك ظهور



غرفة التسجيل في مختبر اديسن ، في « اورانج » (نيوجرسي) سنة ١٩٠٥ .
كانت تُستعمل للتسجيل ابواق سمعية طويلة .

فيه احياء الأصوات بطريقة إلكتروميكانيكية،
تعتمد في الأساس جهازاً لإدارة الاسطوانة ،
ومنمياً للتيار متصلاً بمكبّر للصوت ،
وجهازاً للقراءة مرهف الاحساس ، فكان
البك - أب . وأخيراً ظهرت الاسطوانة
ذات الاثلام الدقيقة (MICROSILLON)
التي توفر سماعاً متصلاً طويلاً الأمد .

الاسطوانة المسطحة التي تمكننا من انتاجها
بسهولة وعلى نسخ كثيرة ، بواسطة الضغط
أو الصب ، فحلت محلّ الاسطوانة الشبيهة
بالمرحلة التي اعتمدت أولاً .

تحققت في ذلك الحين تطوّراتٌ
وتحسينات كثيرة ، غير أنها بقيت بعيدةً
عن الكمال . ولم يتحقّق هذا الكمال الآ
في أيامنا ، بظهور الألكترافون الذي يتمُّ

الأسئلة

- ١- لمن تعود فكرة تسجيل الأصوات وحياتها؟
- ٢- ماذا حقق «توماس يانغ» في هذا المضمار؟
- ٣- ما التحسين الذي أدخله «سكوت»؟
- ٤- ما كانت فكرة شارل كروس؟ هل استطاع تنفيذها؟
- ٥- ما فضل اديسون في هذا الاختراع؟
- ٦- كيف تطوّرت الاسطوانة؟
- ٧- ما هو الالكترافون ، وممّ يتركّب؟
- ٨- هل تعرف طرقاً أخرى لتسجيل الاصوات وحياتها؟
ما هي؟

التفسير

- ١- راود : تردّد على باله .
- ٢- السخام : الفحم ، سواد القدر .
- ٣- الاثلام : الخطوط .
- ٤- ضيق ذات اليد : العوز ، قلّة المال .
- ٥- الأوهان : جمع وهن : ضعف .
- ٦- العاهات : جمع عاهة : مرض ، فقدان حاسة ،
نقص .



غرفة ستوديو تسجيل حديث ، بميكروفونها التقليدي .

ولادة جِصَّارة

- ١ - من الحجر المقطوع إلى مكائن الصناعة ذات الزاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
- ٢ - الزجاج مادة شفافة • التبدل بجهاز نقل • طائرة الورق • أكثر من لعبة بسيطة
- ٣ - آلات قياس الوقت • الورق، طبعة الفخر • الطرقات، سبيل اتصال بين الشعوب
- ٤ - السيطرة على المعادن • المرأة • من دنيا الترخ إلى دنيا العلم • رهنق ذاتيات التخرتف
- ٥ - من الظلمين إلى المنظار إلى المقراب • الرسم الناري يصبح آلة تخترنا من الأرض • الصابون والظلمة للثانسة

القضية تقوم بأول تحدياتها الكبيرة

- ٦ - الطبعة المائية والطينة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتنبرغ إلى ... غد
- ٧ - الأسلحة النارية عمدة هلاك • البوصلة • طرق الكشوف، في طقم الفرس، جدول للمحققين
- ٨ - "دولاب إسكان" من الآلات المناسبة للاقتونية • من الظلمة إلى الزيادة • آلات إجهاد الفراغ
- ٩ - التحرك على وسادة من هواء • الحجر في سيطرته على المتاهل الصخر • ميدان الضفط-

من الحرف اليدوية إلى الصناعة

- ١٠ - آلة البخارية • من المركب البخارية الأولى إلى السفن الحديدية • من "السافاة" إلى "الصاعقة"
- ١١ - المروعة والظلال الملهعة ... من حربة كورنو • البخارية إلى ستاراتنا • غاز الإنارة ...
- ١٢ - الآلات الألكتروستاتية • شاريف • "زركليون" • من المنظار إلى البورنات، المضخاتية
- ١٣ - تلفاز • "شاب" • من الفسج البديل إلى قول الحياكة • الرجلة الأولى وورثتها •
- ١٤ - بطارية • "قولتا" • عبادات الشقاسب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية •
- ١٥ - "لينك" و "الستنسكوب" • قلب المحفزات التي تقعد بالمليارات • التريبات في العمل
- ١٦ - التلفاز الكهربائي يمتدحصر تمام ... آلة الحياطة • عمدة التصغير تنفتح على كل شيء •
- ١٧ - لوحة الألوام المركبة • المحرك المنقعر يميز صلاويين السيارات • التبنيح المنقذ •

العالم يُبدل معالم وجهه

- ١٨ - السبائيت لستاد والعتاد • حفراً بار النفط • من الآلة الكاتبة إلى الطابرة الألكترونية
- ١٩ - صناعة البرد • الدينامو مولد التيار • المحرك الكهربائي • من السيلولويد إلى العدسات •
- ٢٠ - الميكرونيام يضع ثقله في حقيقة • الكلام المنقول في سلك • التزام القاطرة الكهربائية
- ٢١ - سلسلة البراد • أديسون والمصباح الكهربائي • من الفوتوغراف الفلكي إلى التلفزيون
- ٢٢ - حجرة الهواء والهبزة المطاط • مصعد الحديد في البناء • انبوب اشعة أكس يقود الكثافة •
- ٢٣ - من الفستسكوب إلى السبائسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطرايط تنفتح بالأعمال الرحبة
- ٢٤ - تمكك ديزل يمتدح من قذاحة • الأضواء البعيدة التي تنتقل على موجات الأثير • السبائسكوب
- ٢٥ - زجاج لايجرم • آلات توليد العواصف • الصور المسوتية على الشاشة الصغيرة •

من الدرة إلى الفضاء

- ٢٦ - كاشفات المراتم الدقيقة • الرفعة الذرية • المحرك الألكتروني عين قادرة على رؤية الغرومات
- ٢٧ - الرار السامر • من الأبين القديم إلى ابراج مصافي النفط العالية • المغاغل النوويك
- ٢٨ - الترنزستور والترنستورات • الأمهزة الفضائية • الأفران التي تخرج في طاقة أحسن

أرض القرن الثامن عشر علم الكهرياء • وأطلق أول السفن البخارية،
والتناطيد والعواصات الأولى • وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصناعية
بفضل البخار والكهرياء والآلة • فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع
من القاطرة والسكة الحديدية الثعاب، ومن التلفاز إلى التصوير
الشمسي • ومن الدراجة إلى التربيئة ...

